

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2005 年 9 月 29 日 (29.09.2005)

PCT

(10) 国際公開番号  
**WO 2005/090923 A1**

- (51) 国際特許分類: **G01D 5/36, G02B 13/22**
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/004924
- (22) 国際出願日: 2005 年 3 月 18 日 (18.03.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
10/804,636 2004 年 3 月 19 日 (19.03.2004) US
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ミットヨ (MITUTOYO CORPORATION) [JP/JP];  
〒2130012 神奈川県川崎市高津区坂戸 1 丁目 2 〇 番  
1 号 Kanagawa (JP).

宮市清原工業団地 2 4 Tochigi (JP). 二本森 辰悟 (NI-HOMMORI, Shingo) [JP/JP]; 〒2130012 神奈川県川崎市高津区坂戸 1 丁目 2 〇 番 1 号 Kanagawa (JP). 水谷 都 (MIZUTANI, Miyako) [JP/JP]; 〒2130012 神奈川県川崎市高津区坂戸 1 丁目 2 〇 番 1 号 Kanagawa (JP). アルテンドルフ エリック ヘルベルト (ALTENDORF, Eric Herbert) [US/US]; 14109 ワシントン州エドモンズ 6 1 番 プレース ウェスト Washington (US). トバイソン ジョセフ ダニエル (TOBIASON, Joseph Daniel) [US/US]; 18914 ワシントン州ウッディンヴィル 1 8 6 番 プレース エヌ・イー Washington (US).

- (74) 代理人: 高矢 諭, 外 (TAKAYA, Satoshi et al.); 〒1510053 東京都渋谷区代々木二丁目 1 〇 番 1 2 号 南新宿ビル Tokyo (JP).

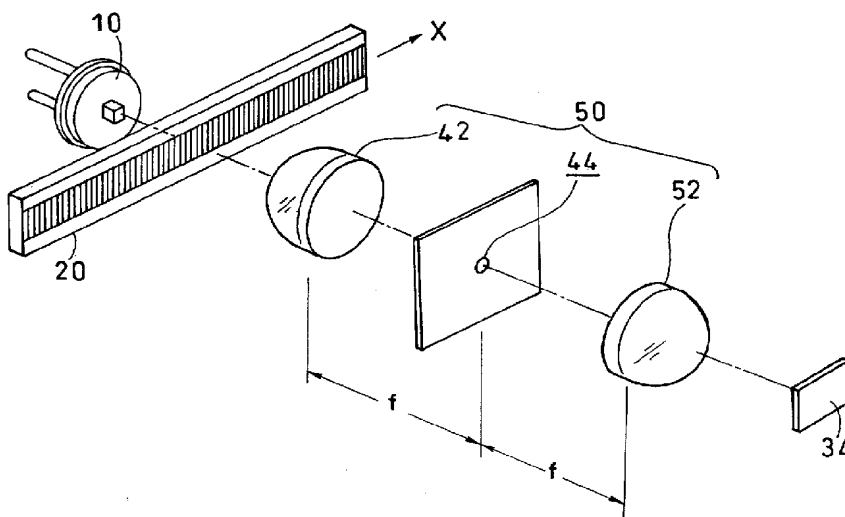
- (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 下村 俊隆 (SHI-MOMURA, Toshitaka) [JP/JP]; 〒3213231 栃木県宇都

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,

[ 続 葉 有 ]

(54) Title: PHOTOELECTRIC ENCODER

(54) 発明の名称: 光電式エンコーダ



(57) Abstract: A photoelectric encoder having a telecentric optical system comprising a first lens and an aperture disposed at the focal point thereof that are inserted between a main scale and a light receiving element, wherein at least a second lens is inserted between the aperture and the light receiving element with its focal point set at the aperture to form a both-sided telecentric optical system, thereby improving a signal detection efficiency and expanding an assembly allowance range.

[ 続 葉 有 ]

WO 2005/090923 A1



DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: メインスケールと受光素子の間に、第1のレンズと、その焦点位置に配設されたアパーチャが挿入されたテレセントリック光学系を持つ光電式エンコーダにおいて、前記アパーチャと受光素子の間に、少なくとも第2のレンズを、その焦点がアパーチャに来るように挿入して、両側テレセントリック光学系とし、信号検出効率を改善すると共に、組立許容範囲を拡大する。

## 明 細 書

### 光電式エンコーダ

### 技術分野

- [0001] 本発明は、光電式エンコーダに係り、特に、メインスケールと受光素子の間に、レンズとアパーチャが挿入されたテレセントリック光学系を持つ光電式エンコーダの改良に関する。

### 背景技術

- [0002] 特開2004-264295号公報に記載されているように、図1に示す如く、メインスケール20と、受光部30を構成する例えば受光素子アレイ34の間に、レンズ42、及び、テレセントリック光学系としてのアパーチャ44からなるレンズ光学系(テレセントリック光学系)40を挿入して、図2に示す如く、レンズ42とメインスケール20のスケール21及び受光素子アレイ34上の受光素子35間の距離a、bを調整することにより、倍率設定ができるようにされた光電式エンコーダが考えられている。図1において、10は光源、fはレンズ42の焦点距離である。
- [0003] このテレセントリック光学系40を用いた光電式エンコーダでは、メインスケール20上の像をレンズ光学系(42、44)を通して受光素子アレイ34上に投影させる。ここで、アパーチャ44をレンズ42の焦点位置に配置することで、メインスケール20とレンズ42間の距離(ギャップ)が変動しても、レンズ42とアパーチャ44と受光素子アレイ34の位置関係が変動しなければ、受光素子アレイ34上に結像される像の倍率変動を抑えることができる。
- [0004] しかしながら、このようなテレセントリック光学系40を用いた光電式エンコーダにおいても、受光素子35のギャップ方向ミスアライメントによって、図3に示す如く、レンズ42とメインスケール20の距離aと、レンズ42と受光素子35間の距離bの関係が変わると、受光面31に形成される像の倍率が急激に変化してしまい、図4に示す如く、信号強度の急激な低下につながる。
- [0005] 又、レンズの歪曲収差(ディストーション)やコマ収差により、周辺部の信号検出効率が低下してしまう。

[0006] 更に、光学系を小型化する場合には、焦点距離の小さい(汎用レンズの場合には径の小さい)レンズを用いなければならないが、収差を小さく保とうとする場合には、(1)非球面レンズを用いるか、(2)複数枚のレンズを組み合わせ(調整して)用いる必要があり、コストアップ及び調整工数増加につながる等の問題点を有していた。

#### 発明の開示

[0007] 本発明は、前記従来の問題点を解消するべくなされたもので、信号検出効率を改善すると共に、組立許容範囲を拡大して、調整工数を低減することを課題とする。

[0008] 本発明は、メインスケールと受光素子の間に、第1のレンズと、その焦点位置に配設されたアパーチャが挿入されたテレセントリック光学系を持つ光電式エンコーダにおいて、前記アパーチャと受光素子の間に、少なくとも第2のレンズを、その焦点がアパーチャに来るように挿入して、両側テレセントリック光学系とすることにより、前記課題を解決したものである。

[0009] 又、前記第2のレンズを、第1のレンズと同じ物を逆向きにしたものとして、第1のレンズで発生する収差を第2のレンズで逆補正することにより、収差をほぼ完全にキャンセルできるようにしたものである。

[0010] 又、前記第1のレンズ又は第2のレンズの少なくともいずれか一方を、歪曲収差は大きいが安価な、球状のボールレンズ、光線をレンズ媒質内で放物線状に屈折させる、屈折率分布型のGRINレンズ(セルフオックレンズとも称する)、又は、ドラムレンズとして、小型で安価に構成できるようにしたものである。

[0011] 又、前記第2のレンズと受光素子の間に、更に、第2のアパーチャ、及び、その両側に配設された第3、第4のレンズを含む第2の両側テレセントリック光学系を1つ以上挿入したものである。

[0012] 又、前記アパーチャを、測定軸と垂直な方向に長いスリットとして、受光素子に到達する光量を増やし、光源を低電力化して、その信頼性を高めたものである。

[0013] 本発明によれば、第1のレンズで発生する収差を第2のレンズで逆補正することができるので、収差を低減し、信号検出効率を改善することができる。

[0014] 又、第2のレンズと受光素子のギャップが変化しても、光学倍率を一定に保てるため、ギャップ方向の組立許容範囲を拡大して、調整工数を低減することができる。

## 図面の簡単な説明

- [0015] [図1]テレセントリック光学系を用いた光電式エンコーダの要部構成を示す斜視図である。
- [図2]同じく平面図である。
- [図3]同じく受光素子のギャップ方向ミスアライメントによる倍率変動を説明するための光路図である。
- [図4]同じく信号強度変動の例を示す線図である。
- [図5]本発明の第1実施形態の要部構成を示す斜視図である。
- [図6]同じく光路図である。
- [図7]本発明の第2実施形態の要部構成を示す光路図である。
- [図8]本発明の第3実施形態の要部構成を示す光路図である。
- [図9]本発明の第4実施形態の要部構成を示す光路図である。
- [図10]本発明の第5実施形態の要部構成を示す光路図である。
- [図11]本発明の第6実施形態の要部構成を示す光路図である。
- [図12]本発明の第7実施形態の要部構成を示す光路図である。
- [図13]本発明の第8実施形態の要部構成を示す斜視図である。
- [図14]本発明の第9実施形態の要部構成を示す光路図である。
- [図15]同じく作用を示す線図である。
- [図16]本発明の第10実施形態の要部構成を示す光路図である。

## 発明を実施するための最良の形態

- [0016] 以下図面を参照して、本発明の実施形態を詳細に説明する。
- [0017] 本発明の第1実施形態は、図1に示したようなテレセントリック光学系40を持つ光電式エンコーダにおいて、図5に示す如く、アパーチャ44の反対側に、第1のレンズ42と同じレンズ52を、その焦点がアパーチャ44に来るように逆向きに挿入して、両側テレセントリック光学系50としたものである。図において、 $f$ は、レンズ42、52の焦点距離である。
- [0018] 本実施形態においては、第1のレンズ42と第2のレンズ52が同じ物であるため、第1のレンズ42で発生する収差を第2のレンズ52でほぼ完全に逆補正することができ、

収差をほぼ完全にキャンセルして、信号検出効率を大きく改善することができる。

- [0019] 又、第2のレンズ52の焦点がアパーチャ44に来るように挿入されているので、図6に示す如く、第2のレンズ52を出た光は平行光となり、第2のレンズ52と受光面31のギャップが変化しても光学倍率を一定(1倍)に保てるため、ギャップ方向の組立許容範囲を広くすることができ、調整工数を低減することができる。
- [0020] なお、前記第1、第2のレンズ42、52としては、図6に示したように平凸レンズを外向きに用いるだけでなく、図7に示す第2実施形態のように、平凸レンズを内向きに用いたり、あるいは図8に示す第3実施形態のように、両凸レンズを用いたり、あるいは図9に示す第4実施形態のように、ボールレンズを用いて小型化及び低コスト化を図ったり、あるいは図10に示す第5実施形態のように、GRINレンズを用いて小型化、低コスト化を図ったり、あるいは図11に示す第6実施形態のようにドラムレンズを用いて小型化、低コスト化を図ることができる。
- [0021] 又、図12に示す第7実施形態のように、第2のレンズ54を第1のレンズ42とは異なる物として、入側と出側の光学倍率を1倍以外に変えることもできる。図において、Fは、第2のレンズ54の焦点距離である。
- [0022] この場合、収差は取り切れない恐れがあるが、ギャップ方向の組立許容範囲は拡大する。
- [0023] 又、アパーチャの形状を、円形ではなく、図13に示す第8実施形態のように、測定軸と垂直な方向に長いスリット46として、受光面31に到達する光量を増やし、光源10を低電力化して、その信頼性を高めることもできる。あるいは、アパーチャ形状は、楕円形状や長穴形状でもよい。
- [0024] 更に、両側テレセントリック系50のアパーチャの数を、図14に示す第9実施形態のように、測定軸方向に増やして、図15に示す如く、像の重ね合わせによりスケール上視野(FOB)を拡大し、平均化効果により、汚れやうねりに対してロバストとすると共に、受光面31に到達する光量を増やして、光源10を低電力化し、その信頼性を高めることもできる。
- [0025] 又、追加するレンズの数は1つに限定されず、図16に示す第10実施形態のように、レンズ62、64、アパーチャ66からなる両側テレセントリック系60を、もう1組追加す

ることもできる。ここで、レンズ62、64は、レンズ42、52と同じでも違っていても良い。又、追加する両側テレセントリック系の数も1組に限定されず、2組以上追加しても良い。

#### 産業上の利用可能性

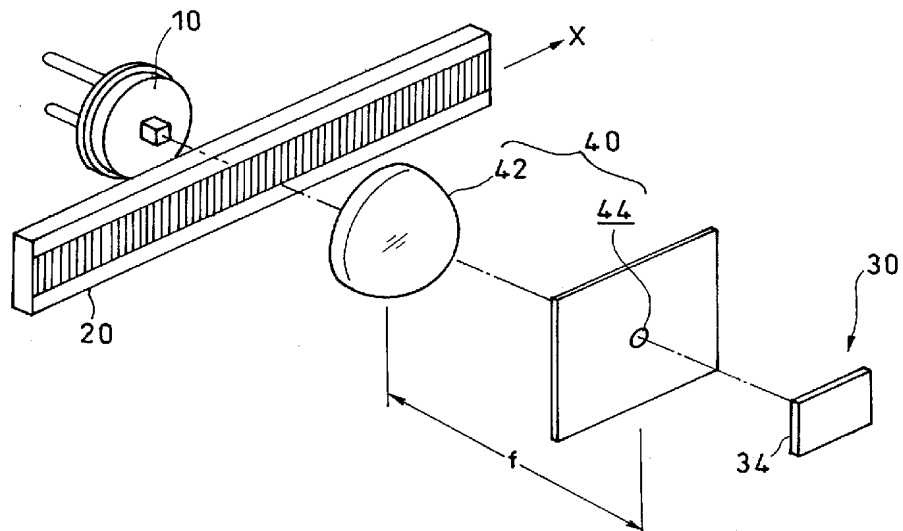
[0026] 本発明は、インデックス格子と受光素子が別体とされたもの、両者が一体とされた受光素子アレイを有するもの、どちらにも適用可能である。更に、透過型のエンコーダだけでなく、反射型のエンコーダにも適用できる。

### 請求の範囲

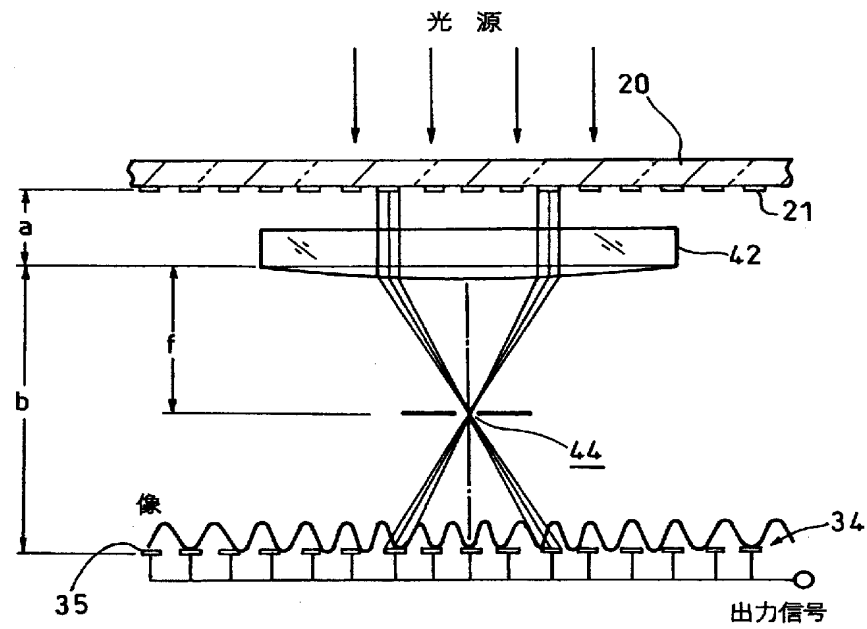
- [1]      メインスケールと受光素子の間に、第1のレンズと、その焦点位置に配設されたアパーチャが挿入されたテレセントリック光学系を持つ光電式エンコーダにおいて、  
前記アパーチャと受光素子の間に、少なくとも第2のレンズを、その焦点がアパーチャに来るように挿入して、両側テレセントリック光学系としたことを特徴とする光電式エンコーダ。
- [2]      前記第2のレンズが、第1のレンズと同じ物を逆向きにしたものであることを特徴とする請求項1に記載の光電式エンコーダ。
- [3]      前記第1のレンズ又は第2のレンズの少なくともいずれか一方が、ボールレンズであることを特徴とする請求項1又は2に記載の光電式エンコーダ。
- [4]      前記第1のレンズ又は第2のレンズの少なくともいずれか一方が、GRINレンズであることを特徴とする請求項1又は2に記載の光電式エンコーダ。
- [5]      前記第1のレンズ又は第2のレンズの少なくともいずれか一方が、ドラムレンズであることを特徴とする請求項1又は2に記載の光電式エンコーダ。
- [6]      前記第2のレンズと受光素子の間に、更に、第2のアパーチャ、及び、その両側に配設された第3、第4のレンズを含む第2の両側テレセントリック光学系を1つ以上挿入したことを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の光電式エンコーダ。
- [7]      前記アパーチャが、測定軸と垂直な方向に長いスリットであることを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の光電式エンコーダ。



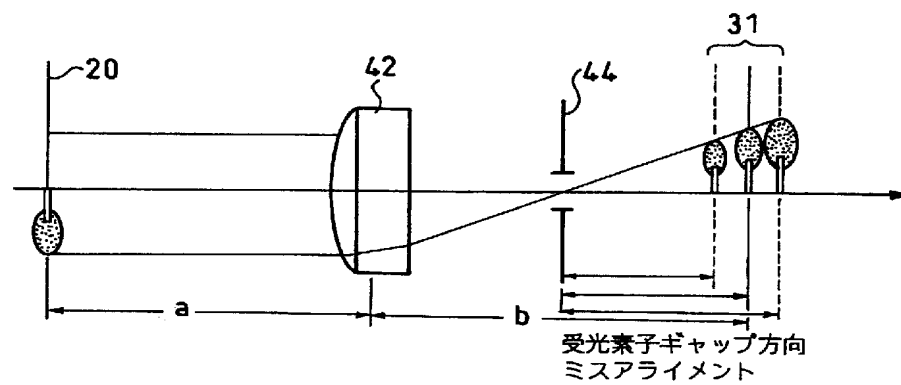
[図1]



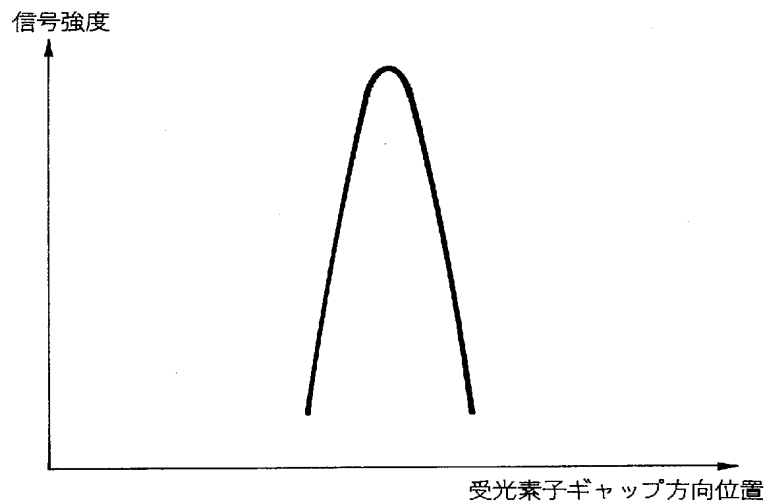
[図2]



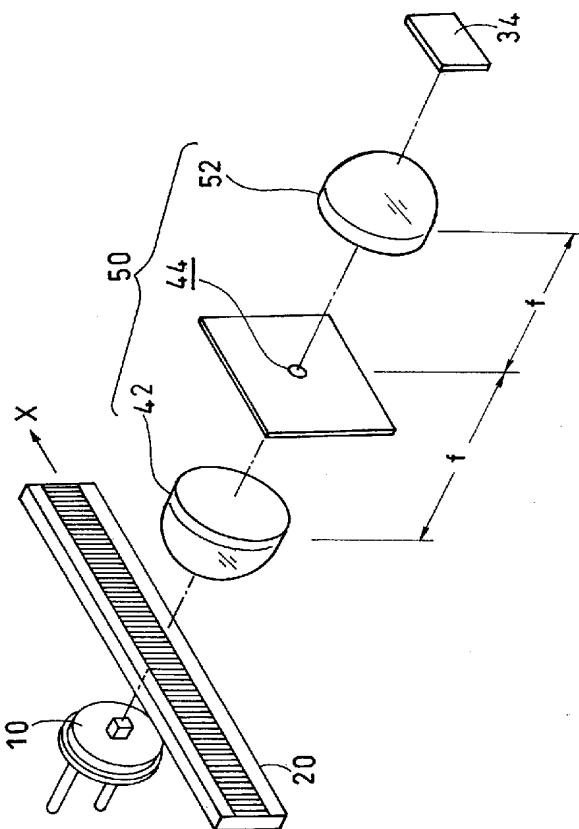
[図3]



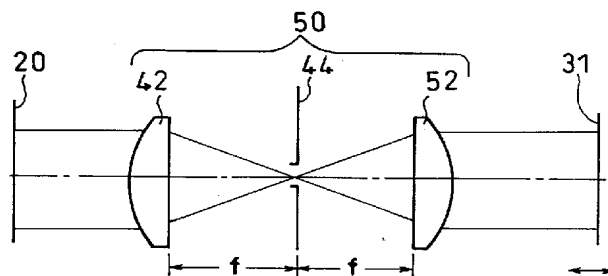
〔図4〕



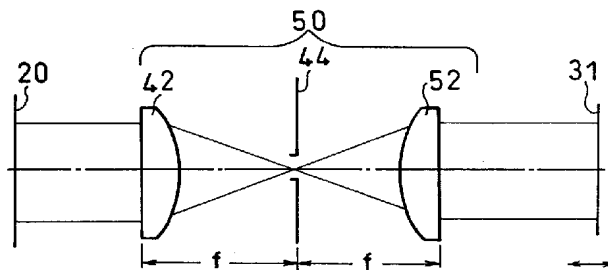
〔図5〕



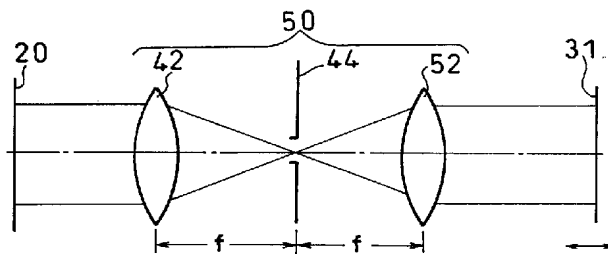
〔図6〕



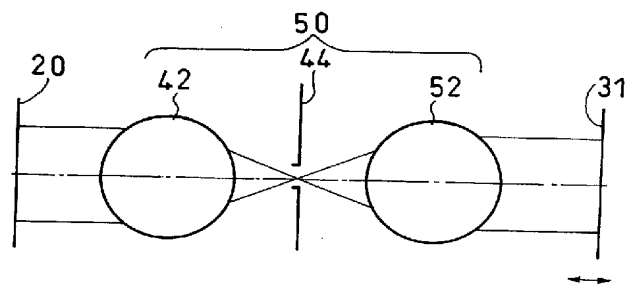
[図7]



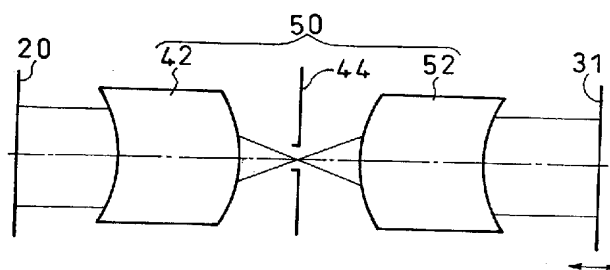
[図8]



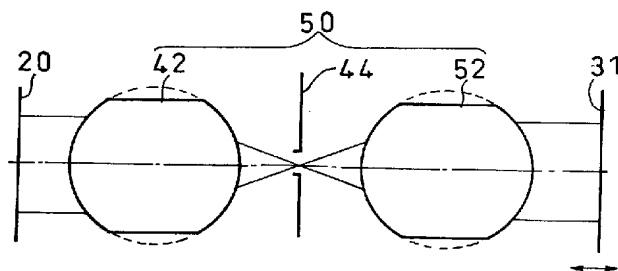
[図9]



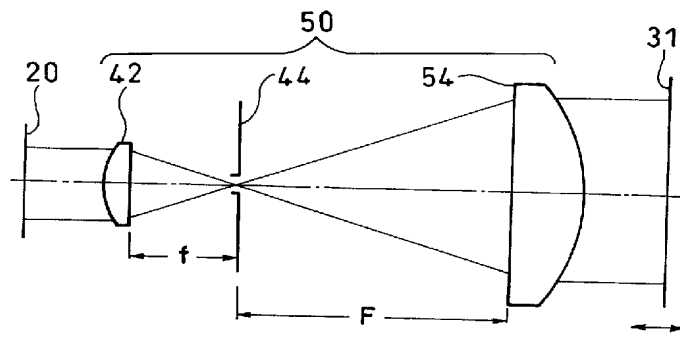
[図10]



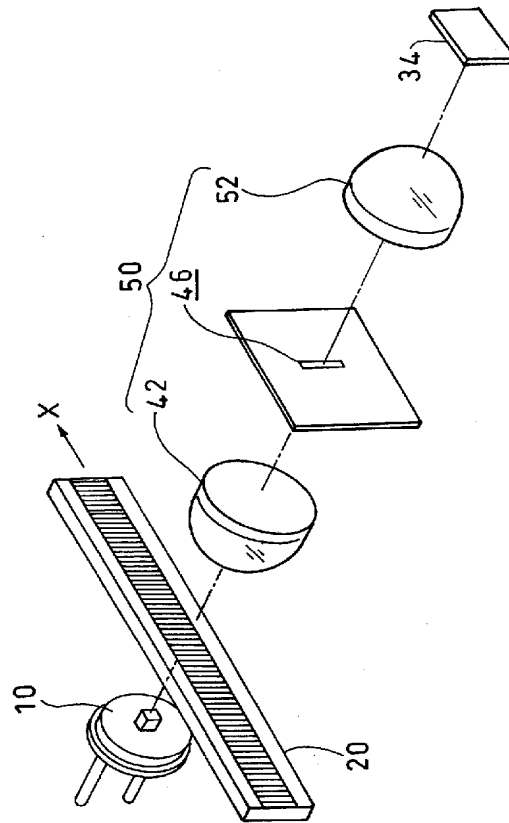
[図11]



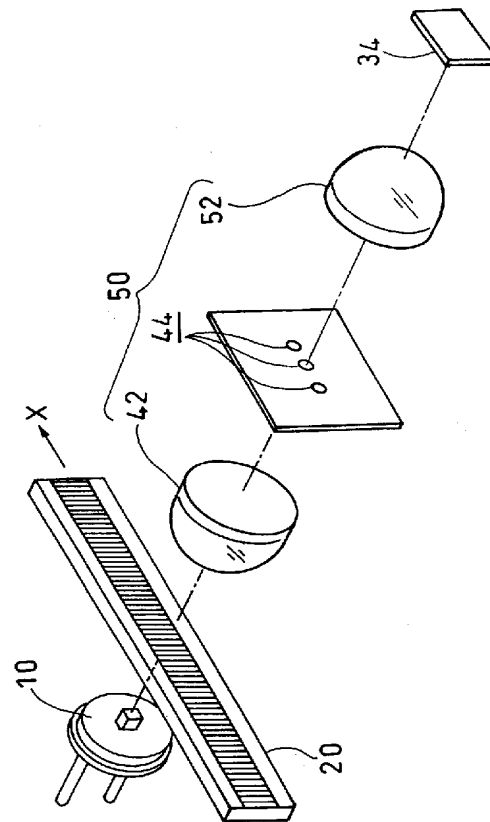
[図12]



[図13]



[図14]



[図15]

左側のアパーチャを通過した光によりできる像



+ 中央のアパーチャを通過した光によりできる像



+ 右側のアパーチャを通過した光によりできる像

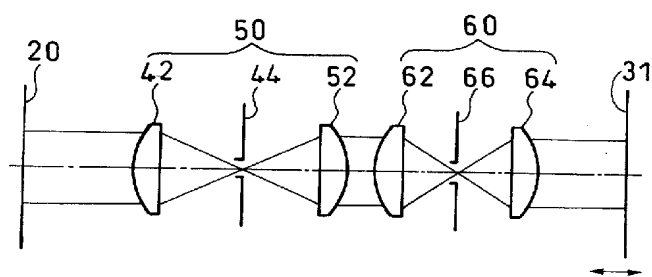


重ね合わせ



FOV拡大

[図16]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/004924

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl.<sup>7</sup> G01D5/36, G02B13/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> G01D5/36, G02B13/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 26179/1983 (Laid-open No. 134006/1984) (Yokokawa Hokushin Denki Kabushiki Kaisha), 07 September, 1984 (07.09.84), Full text; all drawings (Family: none)	1, 3-5, 7 2
Y	JP 2003-21787 A (Nikon Corp.), 24 January, 2003 (24.01.03), Par. No. [0030]; Fig. 1 (Family: none)	2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
11 April, 2005 (11.04.05)

Date of mailing of the international search report  
26 April, 2005 (26.04.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/004924

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-307440 A (Omron Corp.), 31 October, 2003 (31.10.03), Full text; all drawings & DE 10304854 A & US 2003/209658 A	1-7
A	JP 2002-231604 A (Nikon Corp.), 16 August, 2002 (16.08.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 62-200223 A (Canon Inc.), 03 September, 1987 (03.09.87), Full text; all drawings & GB 2186362 A & DE 3700777 A & US 5059791 A	1-7



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> G01D5/36, G02B13/22

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> G01D5/36, G02B13/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	日本国実用新案登録出願58-26179号 (日本国実用新案登録出願公開59-134006号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (横河北辰電機株式会社) 1984.09.07、全文、全図 (ファミリーなし)	1、3-5、 7
Y		2
Y	J P 2003-21787 A (株式会社ニコン) 2003.01.24、段落番号【0030】、第1図 (ファミリーなし)	2

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11.04.2005

国際調査報告の発送日

26.4.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

2F

9504

井上 昌宏

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2003-307440 A (オムロン株式会社) 2003. 10. 31、全文、全図&DE 10304854 A& US 2003/209658 A	1-7
A	JP 2002-231604 A (株式会社ニコン) 2002. 08. 16、全文、全図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 62-200223 A (キヤノン株式会社) 1987. 0 9. 03、全文、全図&GB 2186362 A& DE 3700777 A&US 5059791 A	1-7